

Temat nr 1:

Energetyka geotermalna



- Energia geotermalna
- Energia geotermalna w Polsce
- Geoenergetyka
- Ciepłownie w Polsce

Energia geotermalna

Ciepło z Ziemi

Energia geotermalna - to naturalna energia wnętrza Ziemi, zgromadzona w skałach i wodach podziemnych.

Ciepło wnętrza Ziemi pochodzi z dwóch źródeł:

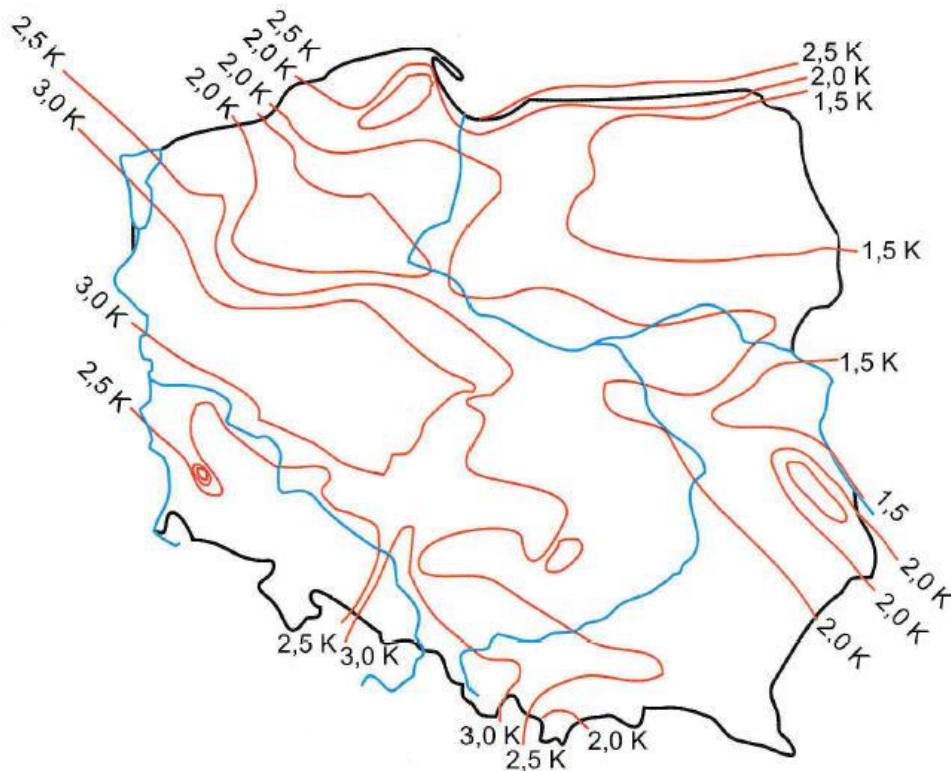
- **ciepło pierwotne** - powstałe w trakcie formowania się planety
- **ciepło rozpadu pierwiastków promieniotwórczych** - ciepło pochodzące z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych w jądrze Ziemi, takich jak **uran**, **tor**, którego efektem jest wysoka temperatura dochodząca do **6.000°C**;

temperatura ta maleje w miarę zbliżania się do powierzchni Ziemi o **15-80°C** na jeden kilometr, w zależności od rodzaju skał i warunków geologicznych.

Energia geotermalna

Ciepło z Ziemi; c.d.

Na naszym kontynencie, temperatura wzrasta do ok. 3°C na każde 100 m głębokości.



Rys. Gradient temperatury w gruncie – przyrost temp. na różnicy głębokości 100 m.

Energia geotermalna

Ciepło z Ziemi; **c.d.**

Dodatkowe zasoby energii codziennie dostarczają do podłoża:
promieniowanie słoneczne i opady deszczu.

Wykorzystanie zasobów energii geotermalnej jest ściśle związane z **parametrami termalnymi złoża.**

W zależności od głębokości występowania złoża, rozróżnia się :

- **geotermię płytką**
- **geotermię głęboką**

Energia geotermalna

Ciepło z Ziemi; **c.d.**

Geotermia płytka - zasoby energii pochodzenia geotermicznego, skumulowane w wodach i gruntach znajdujących się na stosunkowo niewielkich głębokościach i zarazem o temperaturach na tyle niskich (**nieprzekraczających 20°C**), że ich bezpośrednie wykorzystanie do celów energetycznych jest niemożliwe i nieopłacalne;

można je natomiast efektywnie eksploatować w sposób pośredni przy użyciu **pomp ciepła**.

Geotermia głęboka - energia wydobywana za pomocą otworów wiertniczych, do ok. 3-4 km
(„*opłacalne ekonomicznie – do 2 km*”)

Energia geotermalna

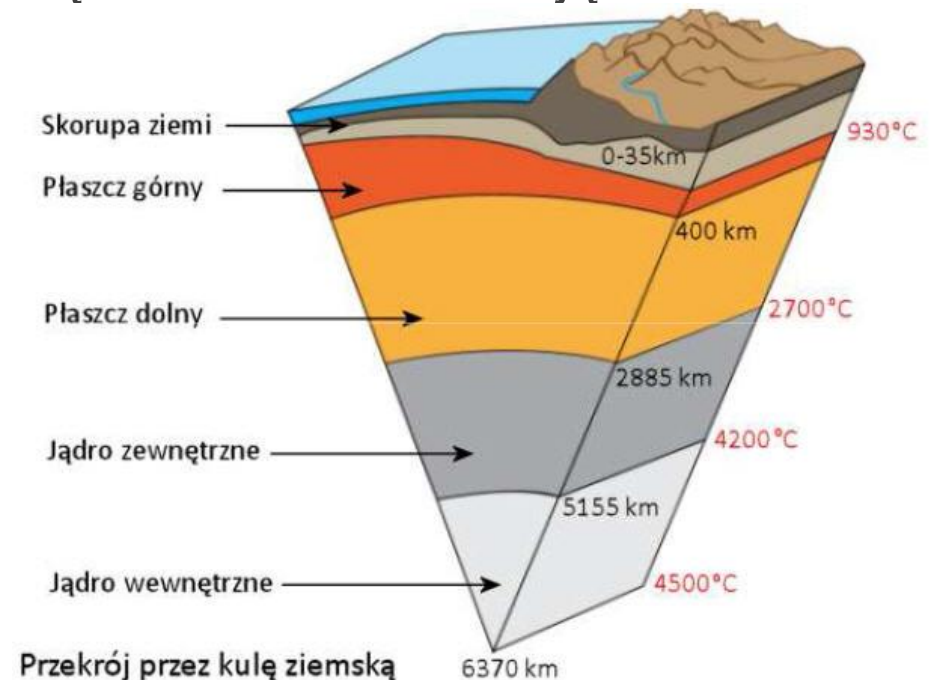
Ciepło z Ziemi; c.d.

Ziemia ma budowę warstwową.

Składa się m.in. ze: skorupy, płaszcza Ziemi oraz jądra zewnętrznego i wewnętrznego.

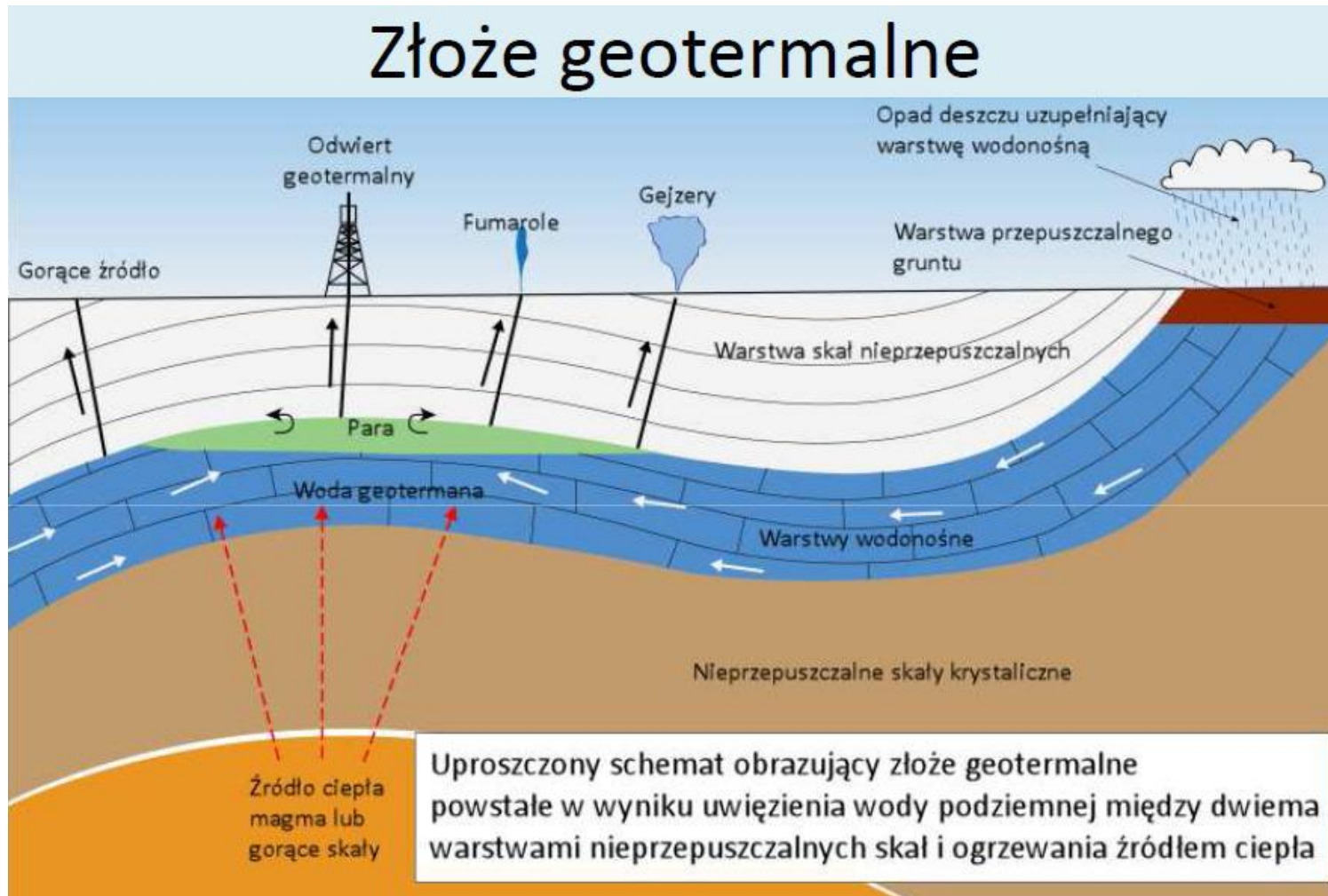
Temperatura zwiększa się z głębokością o **ok. 25°C/km** – w jądrze Ziemi osiąga ok. 6.000°C.

Pod skorupą ziemską znajduje się warstwa **magmy** (stopiona masa skał), o temperaturze do 1.400°C, która ogrzewa skały jak i wodę podziemną. Czasami gorąca magma wydostaje się na powierzchnię jako **lawa**.



Energia geotermalna

Ciepło z Ziemi; c.d.

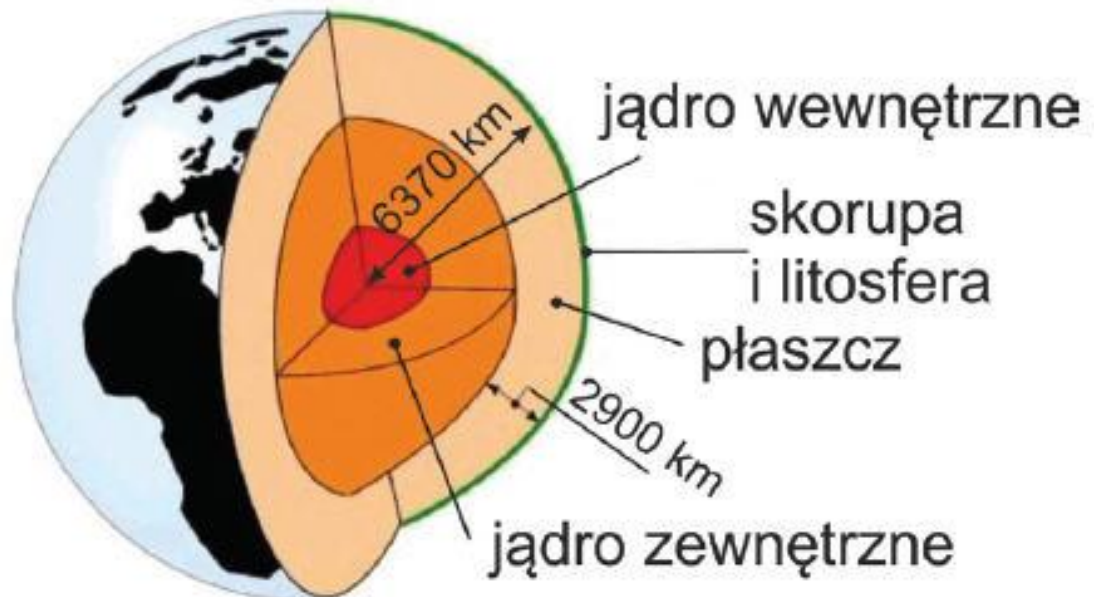


Energia geotermalna

Ciepło z Ziemi; c.d.

Szacuje się, że **potencjał ciepła** zmagazynowanego **we wnętrzu Ziemi** wynosi **ok. 35 TWh**.

Na głębokości do 10 km przekracza **50.000-krotnie** ilość ciepła zgromadzoną we wszystkich złożach gazu ziemnego i ropy naftowej na świecie.



Energia geotermalna

Geotermia głęboka

Zasoby geotermalne

Zasoby geotermalne dzielimy na:

- **hydrotermiczne** – woda, para lub mieszanina pary i wody, występująca w szczelinach skalnych, żyłach wodnych i warstwach wodonośnych (dzisiejsza technologia pozwala na ich eksploatację)
- **petrotermiczne** – zmagazynowane w warstwach skalnych, ich eksploatacja na dzień dzisiejszy „nie jest jeszcze możliwa” – mają znaczenie perspektywiczne.

Energia geotermalna

Geotermia głęboka; c.d.

Wykorzystanie ciepła Ziemi

W zależności od temperatury, zasoby geotermalne mogą być wykorzystane do:

- produkcji energii elektrycznej
- ciepłownictwa
- klimatyzacji
- do ogrzewania szklarni
- w hodowli ryb
- do celów leczniczych i rekreacji
- itd.

Energia geotermalna

Geotermia głęboka; c.d.

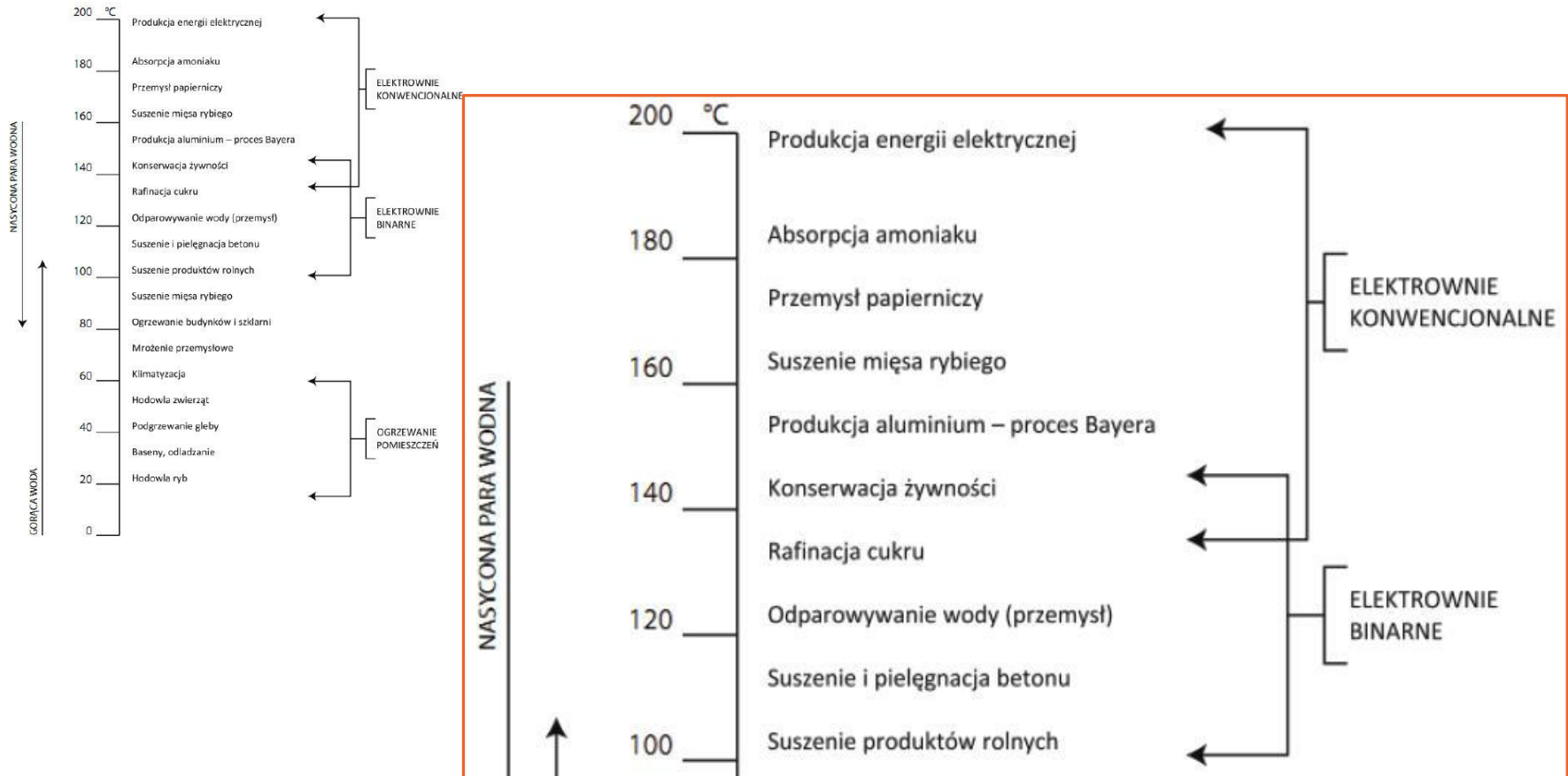
Wykorzystanie ciepła Ziemi; c.d.

W Polsce temperatury wód geotermalnych sięgają **od 25 do 90°C**, w pewnych lokalizacjach mogą przekraczać nawet **100°C**.

Energia geotermalna

Geotermia głęboka; c.d.

Wykorzystanie ciepła Ziemi; c.d.

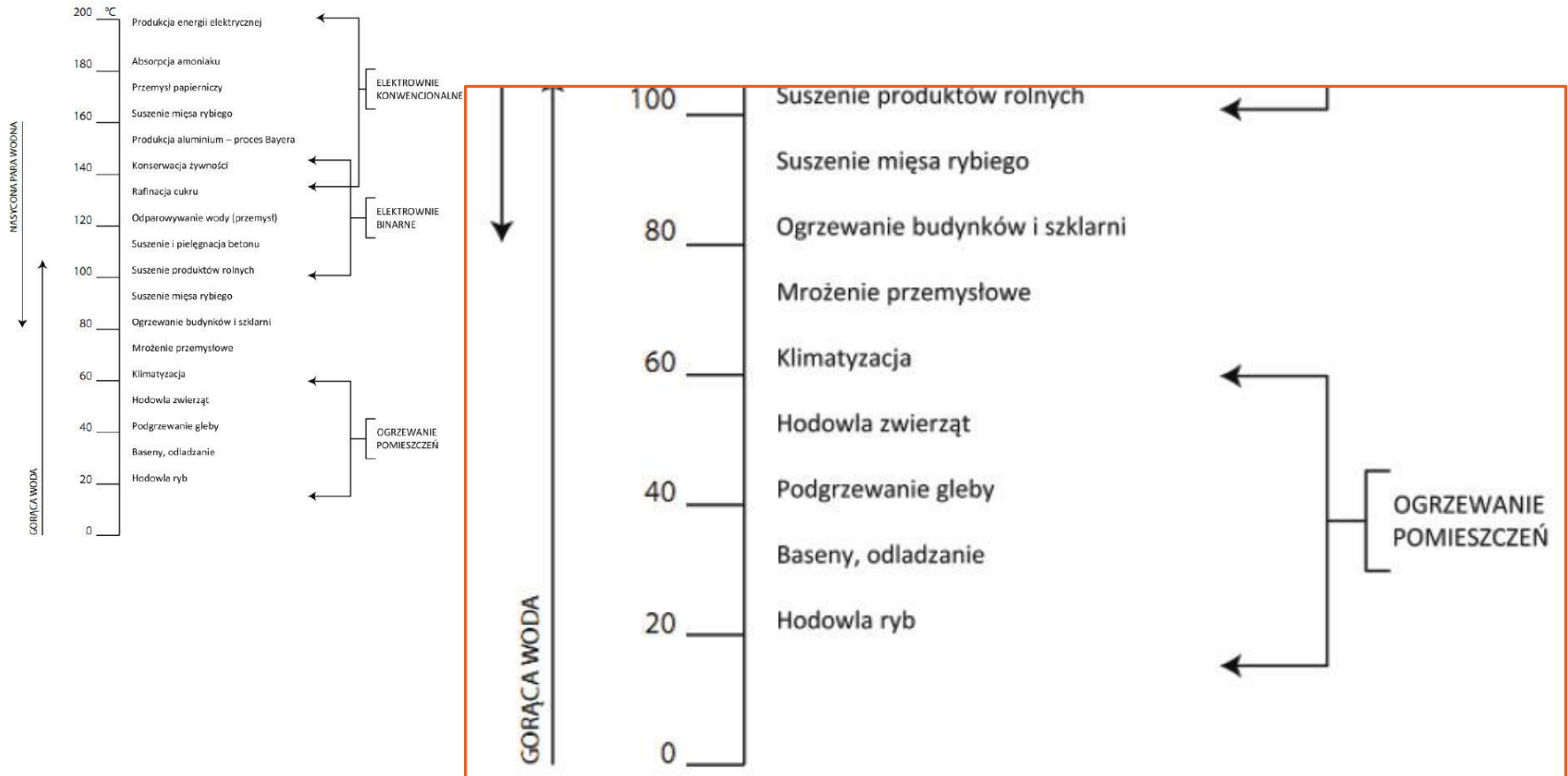


Rys. Wykorzystanie wód geotermalnych w zależności od temperatury

Energia geotermalna

Geotermia głęboka; c.d.

Wykorzystanie ciepła Ziemi; c.d.



Rys. Wykorzystanie wód geotermalnych w zależności od temperatury

Energia geotermalna

Geotermia głęboka; c.d.

Wykorzystanie energii geotermalnej

Geotermia wykorzystywana jest w co najmniej 65 krajach świata, najszerzej na Islandii (zaspokojenie 50% całkowitego zużycia energii).

Na dużą skalę w Europie, energię geotermalną wykorzystują np.: Francja, Włochy, Węgry, Rumunia, Niemcy; w ostatnich latach dołączyła do tych państw również **Polska**.

Najgłębsze otwory geotermalne sięgają: 5 km.

Najwyższe zmierzone temperatury w tych otworach: 400°C,
w obszarach wulkanicznych: **do 700°C**

W **Islandii** znajduje się **najdłuższy na świecie rurociąg** przesyłowy gorącej wody geotermalnej, ma **63 km** długości.

Energia geotermalna

Geotermia głęboka; **c.d.**

Wykorzystanie energii geotermalnej; **c.d.**

Pierwsza elektrownia geotermalna

Powstała w **1904r.** w Larderello (**Włochy**).

Larderello to jedno z najbardziej aktywnych geotermalnie miejsc na świecie. Położone w południowej części Toskanii (Włochy), jest obok The Geysers (Kalifornia, USA) obszarem, na którym eksploatowane są, a następnie wykorzystywane do produkcji prądu elektrycznego, **suche nasycone pary geotermalne.**



Energia geotermalna

Geotermia głęboka; **c.d.**

Wykorzystanie energii geotermalnej; **c.d.**

Pierwsza elektrownia geotermalna, c.d.

Eksploatowane obecnie pole geotermalne Larderello zajmuje powierzchnię około 250 km².

Znajduje się na nim 200 otworów produkcyjnych (najgłębszy z nich ma **3500 m**), którymi wydobywana jest para nasycona sucha, charakteryzująca się temperaturą: **150–270°C** przy ciśnieniu **2–18 bar**.



Energia geotermalna

Geotermia głęboka; **c.d.**

Wykorzystanie energii geotermalnej; **c.d.**

Pierwsza elektrownia geotermalna, c.d.

Zasada działania elektrowni geotermalnych z bezpośrednim wykorzystaniem suchej pary polega na jej bezpośrednim skierowaniu, po wydobyciu otworem produkcyjnym, na turbinę parową połączoną z generatorem, w której energia cieplna zawarta w parze zostaje zamieniona na energię mechaniczną ruchu obrotowego wirnika, a następnie w generatorze na prąd elektryczny.



Energia geotermalna

Geotermia głęboka; **c.d.**

Wykorzystanie energii geotermalnej; **c.d..**

Pierwsza elektrownia geotermalna, c.d.

Na polu geotermalnym Larderello działa obecnie 21 elektrowni (składających się z jednostek 10, 20, 30 i 60 MWe). o łącznej mocy zainstalowanej **594,5 MWe**, co stanowi:

2% całkowitej produkcji prądu elektrycznego we Włoszech

i **ok. 10%** produkcji elektryczności przy wykorzystaniu energii geotermalnej na świecie.



Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce

Potencjał techniczny złóż geotermalnych w Polsce wynosi ok. **4.200 PJ rocznie**.

[peta: P; 1 000 000 000 000 000 – biliard]

[tera: T; 1 000 000 000 000 - bilion]

Do roku 2020 planowana jest budowa kilku elektrociepłowni geotermalnych – **koszt budowy 1 MW szacuje się na ok. 3 mln zł.**

Złóża geotermalne (zbiorniki geotermalne) – woda i para naturalnie nagromadzona głęboko pod ziemią, w szczelinach i porach skał (poprzez uskoki i szczeliny, wydostaje się czasem na powierzchnię ziemi jako gorące źródła albo gejzery).

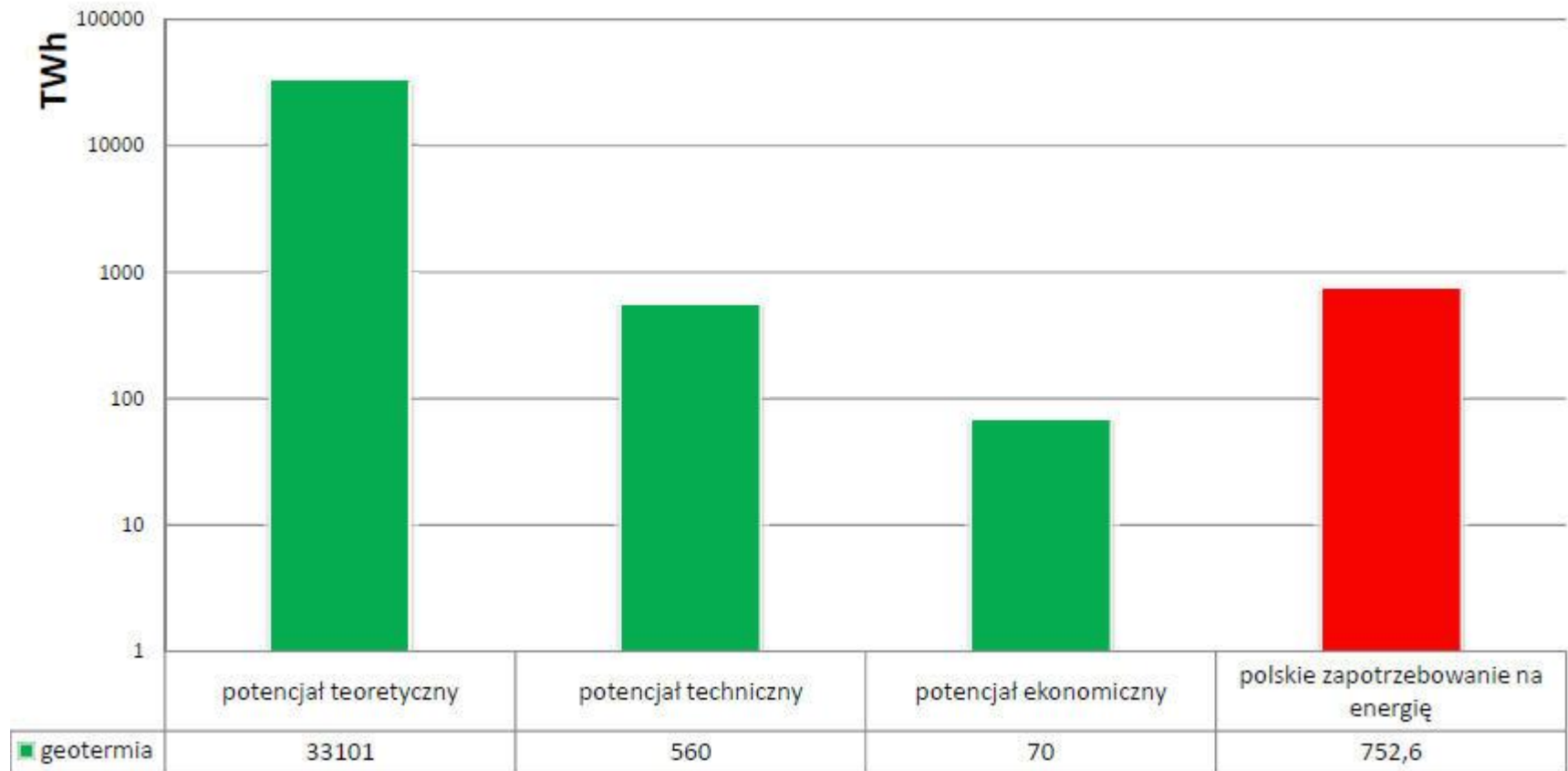


Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce; **c.d.**

Wg innego źródła:

Zasoby energii geotermalnej w Polsce



Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce

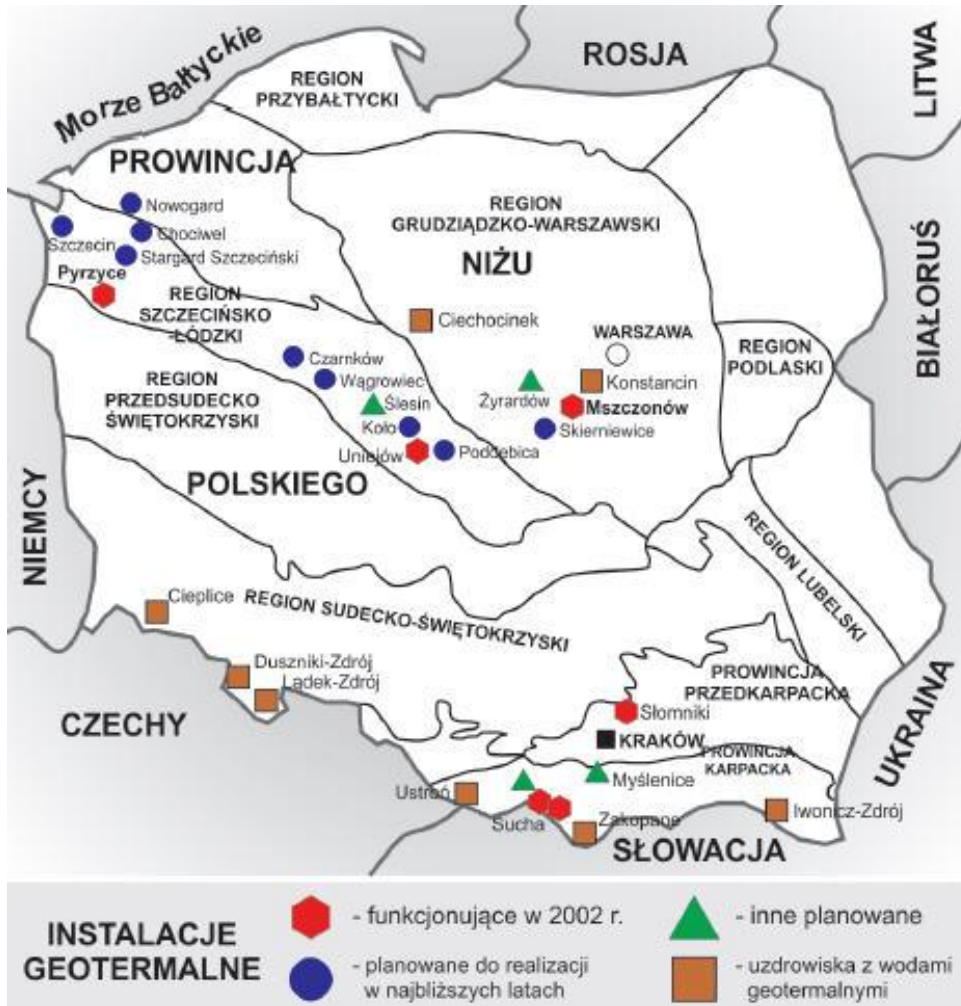
Obszar kraju charakteryzuje się **niskimi i umiarkowanymi** wartościami głównych **parametrów geotermalnych**.

Trzy główne prowincje geotermalne (**Niżu polskiego, przedkarpacka** oraz **karpacka**), zajmują powierzchnię **ok. 80% kraju**.

Biorąc po uwagę uwarunkowania ekonomiczne, opłacalne instalacje geotermiczne można budować na **ok. 40% powierzchni kraju**.

Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce; c.d.



Całkowita objętość wód geotermalnych w Polsce wynosi ok. $6,7 \times 10^3 \text{ km}^3$ (ok. 3 objętości Bałtyku).

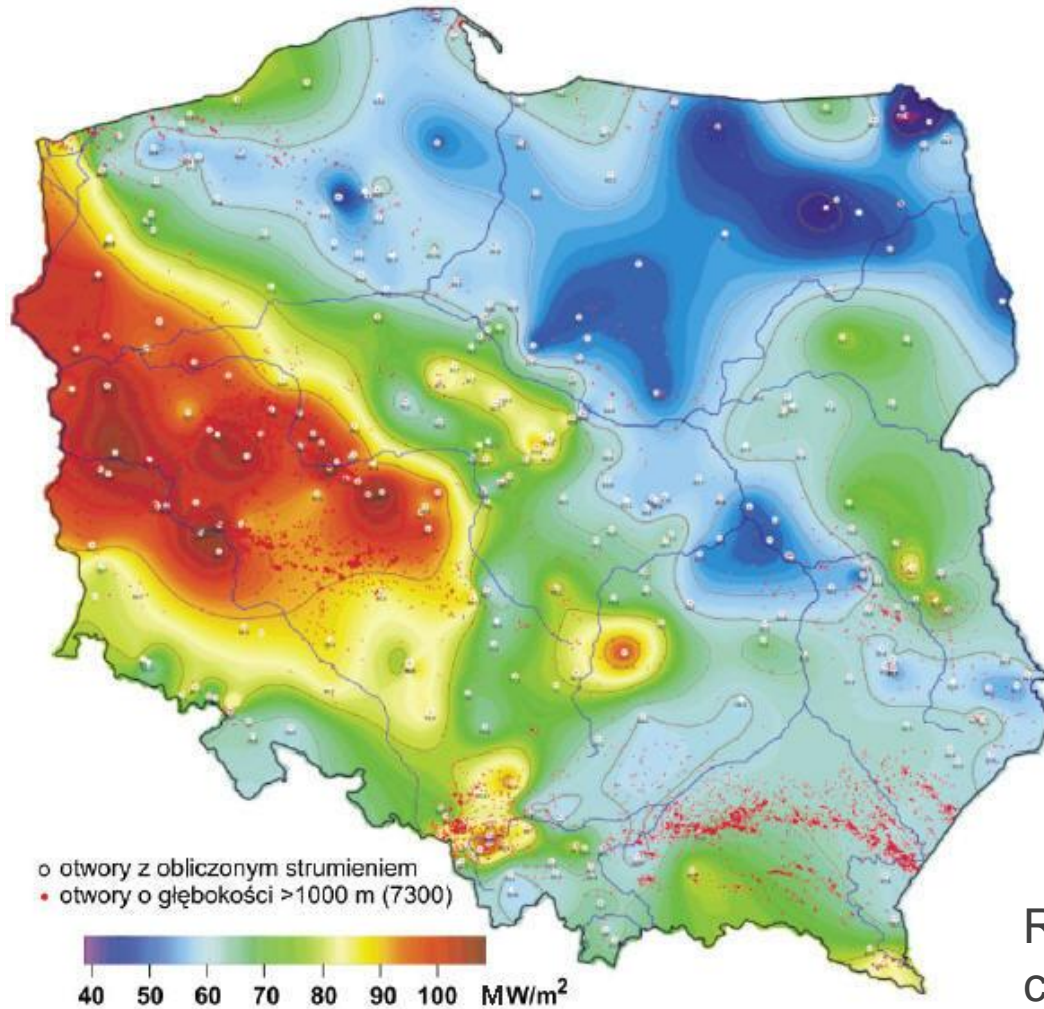
Wody zawarte w poziomych wodonośnych występują na głębokości **100 - 4.000 m**.

Do 2010r. Wybudowano i uruchomiono w Polsce 6 zakładów geotermalnych.

Rys. Mapa istniejących i planowanych zakładów geotermalnych w Polsce.

Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce; c.d.



Rys. Mapa gęstości strumienia ciepłego dla obszaru Polski.

Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce; **c.d.**

W zależności od temperatury, zasoby geotermalne mogą być wykorzystane do: produkcji energii elektrycznej, ciepłownictwa, klimatyzacji, do ogrzewania szklarni, hodowli ryb, lecznictwie i rekreacji, itd..

W Polsce temperatury wód geotermalnych sięgają **do ok. 80-90°C**, w pewnych lokalizacjach mogą przekraczać nawet 100°C:

- Prowincja Niżu Polskiego - temperatury złóż geotermalnych: **30-130°C**, na głębokości: 1-3 km, mineralizacja wód: 1-300 g/l
- Prowincja przedkarpacka – temperatury: **25-50°C**, mineralizacja: 1-100 g/l
- Prowincja karpacka - temperatury: **60-90°C**, mineralizacja: 0,1-100 g/l

Energia geotermalna w Polsce

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce; c.d.

Zagrożenia

Zagrożenia wynikające z eksploatacji energii geotermalnej - emisja szkodliwych gazów uwalnianych z geopłynu:

- głównie **siarkowodoru** (H_2S), który musi być pochłonięty, co podraża koszty instalacji wykorzystującej geotermię
- **radonu** – produkt rozpadu radioaktywnego uranu, który wraz z parą wydobywa się ze studni geotermalnych (ograniczenie szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne tego gazu stanowi nierozwiązany do tej pory problem techniczny).

„Siarkowodór znany jest nam organoleptycznie jako produkt pierdzenia. W zależności od jego stężenia bąki są mniej lub bardziej śmierdzące....”

Polecam: **Siarkowodór – spotkanie nieba i piekła chemii nieorganicznej**, link do artykułu:

<https://wolnemedi.net/siarkowodor-spotkanie-nieba-i-piekla-chemii-nieorganicznej/>



Geoenergetyka

Geoenergetyka, jest działem energetyki cieplnej, która zajmuje się **wykorzystaniem i przetwarzaniem energii cieplnej wnętrza Ziemi**, skumulowanej w złożach geologicznych przegrzanej pary wodnej, wód geotermalnych i gorących suchych skał:

- wody geotermalne o temperaturze od **20 do 80°C**, wykorzystuje się np. w ciepłownictwie do ogrzewania budynków mieszkalnych i przemysłowych, do celów leczniczych i rekreacyjnych
- z wody i jej pary, o temperaturze **powyżej 80°C**, wytwarza się w zakładach geoenergetycznych energię ciepłą i elektryczną: elektrociepłownie i elektrownie geotermalne.

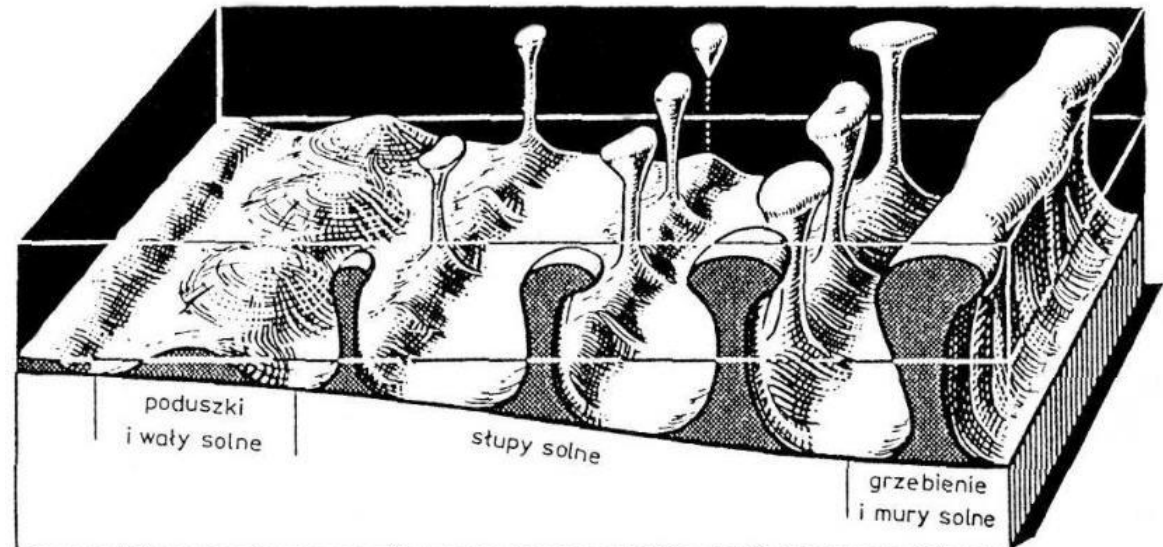
Źródła energii geotermalnej

- **grunty i skały do głębokości 2.500 m** – ciepło pobierane jest specjalnymi sondami (sondy ciepła); wykorzystanie ciepła do celów grzewczych, za pomocą pomp ciepła
- **wody gorące i ciepłe** – wydobywane przy pomocy wywierconych otworów eksploatacyjnych (przy dużej mineralizacji, woda zatłaczana jest z powrotem do złoża – po odebraniu z niej ciepła)
- **para wodna** - wydobywana za pomocą otworów wiertniczych, wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej
- **wsady solne** – z których energia odprowadzana jest przy pomocy solanki
- **gorące skały** – z których energia odbierana jest przez wodę cyrkulującą, pod wysokim ciśnieniem, przez system szczelin naturalnych lub wytworzonych sztucznie w kompleksach skalnych (**HDR**), na dużych głębokościach; wykorzystywana w elektrowniach geotermalnych do wytwarzania energii elektrycznej oraz do celów grzewczych.

Źródła energii geotermalnej; c.d.

Tektonika solna – termin z zakresu nauk geologicznych, opisujący zespół zjawisk i form tektonicznych związanych z występowaniem soli, która cechuje się wysoką plastycznością i mniejszą gęstością niż większość skał.

Najbardziej typowym jej przejawem jest wyciskanie soli ku górze, co prowadzi do przebicia jej przez nadległe warstwy skalne tworząc tzw. wsady w postaci np. słupów solnych.



Źródła energii geotermalnej; **c.d.**

Technologia HDR (Hot Dry Rock – **gorące suche skały**)

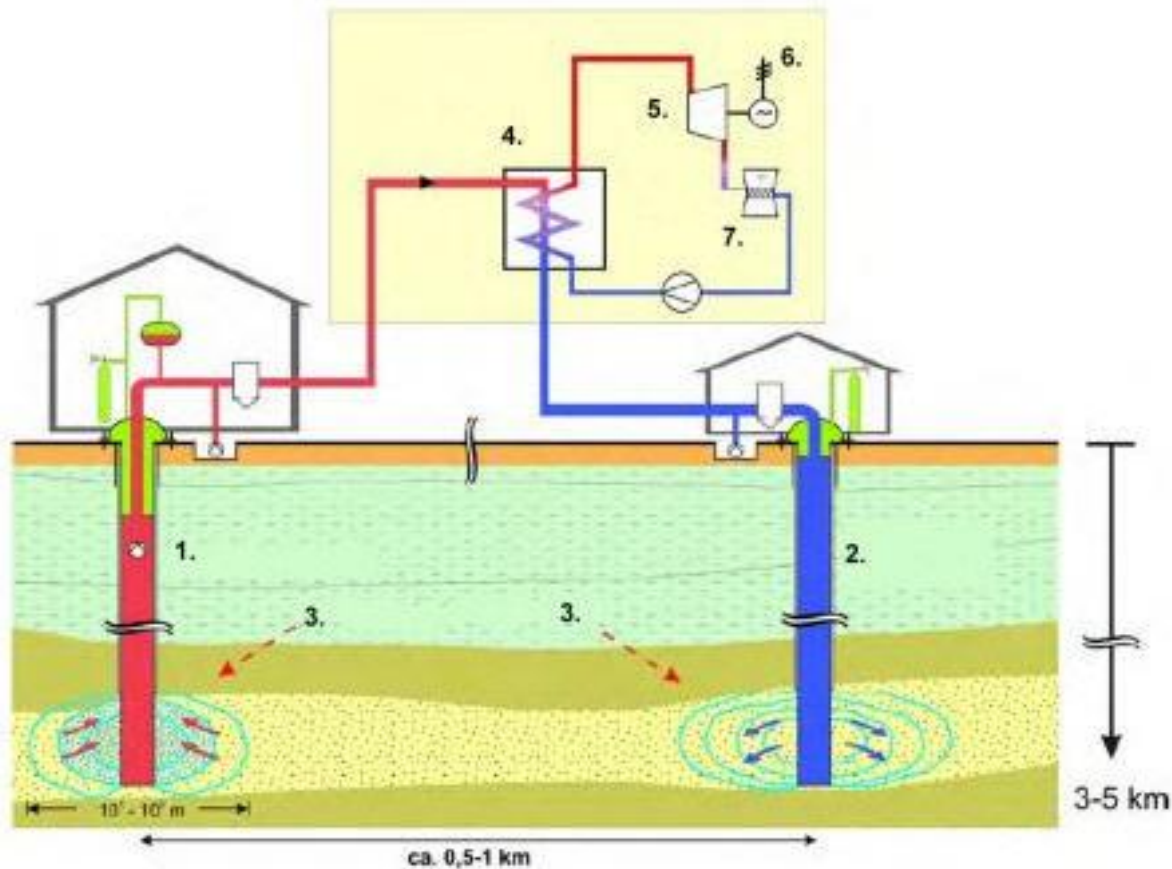
Technologia przyszłości, ekologicznie czysta, wykorzystująca praktycznie niewyczerpalne zasoby energii, dostępne w dowolnym czasie i w każdym miejscu na Ziemi.

- HDR wykorzystuje energię zgromadzoną w skałach na dużych głębokościach
- bazuje na sztucznie wytworzonych szczelinach (w wyniku eksplozji ładunków wybuchowych dużej mocy), na głębokości kilku tysięcy metrów
- do sieci szczelin w kompleksie skalnym wprowadza się wodę (pod wysokim ciśnieniem, żeby nie nastąpiło jej odparowanie), która pobiera energię z gorących skał – po osiągnięciu odpowiedniej temperatury wyprowadzana jest na powierzchnię
- woda ogrzana ciepłem ziemi wykorzystywana jest do wytwarzania pary wodnej w obiegu wtórnym (o niższym ciśnieniu), lub cieczy niskowrzącej.

Geoenergetyka

Źródła energii geotermalnej; **c.d.**

Technologia HDR (Hot Dry Rock – gorące suche skały); **c.d.**



Rys. Schemat instalacji HDR – Hot Dry Rock

Źródła energii geotermalnej; c.d.

Technologia HDR (Hot Dry Rock – gorące suche skały); c.d.

Pierwszy duży projekt HDR w Europie

Zrealizowany został w we Francji, w alzackiej miejscowości Soultz-sous-Forêts, położonej niedaleko granicy z Niemcami.

W 1997 roku, podczas trwającego cztery miesiące testu, dzięki wymiennikowi ciepła w głębi Ziemi o powierzchni przynajmniej 3 km² wydobyto wodę o temperaturze 142°C. Następnie pogłębiono pierwotne odwierty o głębokości 3500 m do głębokości ponad 5000 m, aby osiągnąć poziom temperatury 200°C.

Rozpoczęto tym samym realizację Unijnego pilotażowego projektu badawczego do produkcji energii elektrycznej – elektrowni geotermalnej wykorzystującej parę wodną o temperaturze ok. 180°C.

Źródła energii geotermalnej; c.d.

Technologia HDR (Hot Dry Rock – gorące suche skały); c.d.

Pierwszy duży projekt HDR w Europie, c.d.

Prace nad projektem HDR w Soultz rozpoczęto w 1987 roku. Pierwsza faza realizacji projektu trwała 10 lat. W tym czasie wykonano odwierty, pierwszy – iniekcyjny (GPK1) o głębokości 3590 m, drugi – produkcyjny GPK2 (pobierający gorącą wodę) o głębokości 3876 m, w odległości 450 m od siebie. Na głębokościach tych stwierdzono temperaturę skał przekraczającą 165°C. Pierwsze testy hydrauliczne wykazały możliwość stałej cyrkulacji wody w ilości 25 l/s (90.000 l/h) o temperaturze powyżej 140°C, bez strat wody. Moc elektryczna wymagana do właczania wody w głąb złoża wynosi 250 kW, szacowana moc cieplna instalacji wynosi zaś 10 MW.

Doświadczenie wykazało również, że projekt może być monitorowany prawie automatycznie, w sposób nieskomplikowany oraz że nie wpływa negatywnie na środowisko przyrodnicze.

Geoenergetyka

Źródła energii geotermalnej; c.d.

Technologia HDR (Hot Dry Rock – gorące suche skały); c.d.

Pierwszy duży projekt HDR w Europie, c.d.

Podczas drugiej fazy projektu w Soultz (1998–2001) pogłębiono odwiert GPK2 do poziomu 5000 m i stwierdzono temperaturę skał złożowych 200°C.

W czerwcu 2008 roku elektrownia geotermalna w Soultz rozpoczęła swoje działanie. Obecnie moc elektryczna turbiny wynosi 1,5 MW, a jej docelowa moc wyniesie 6 MW.

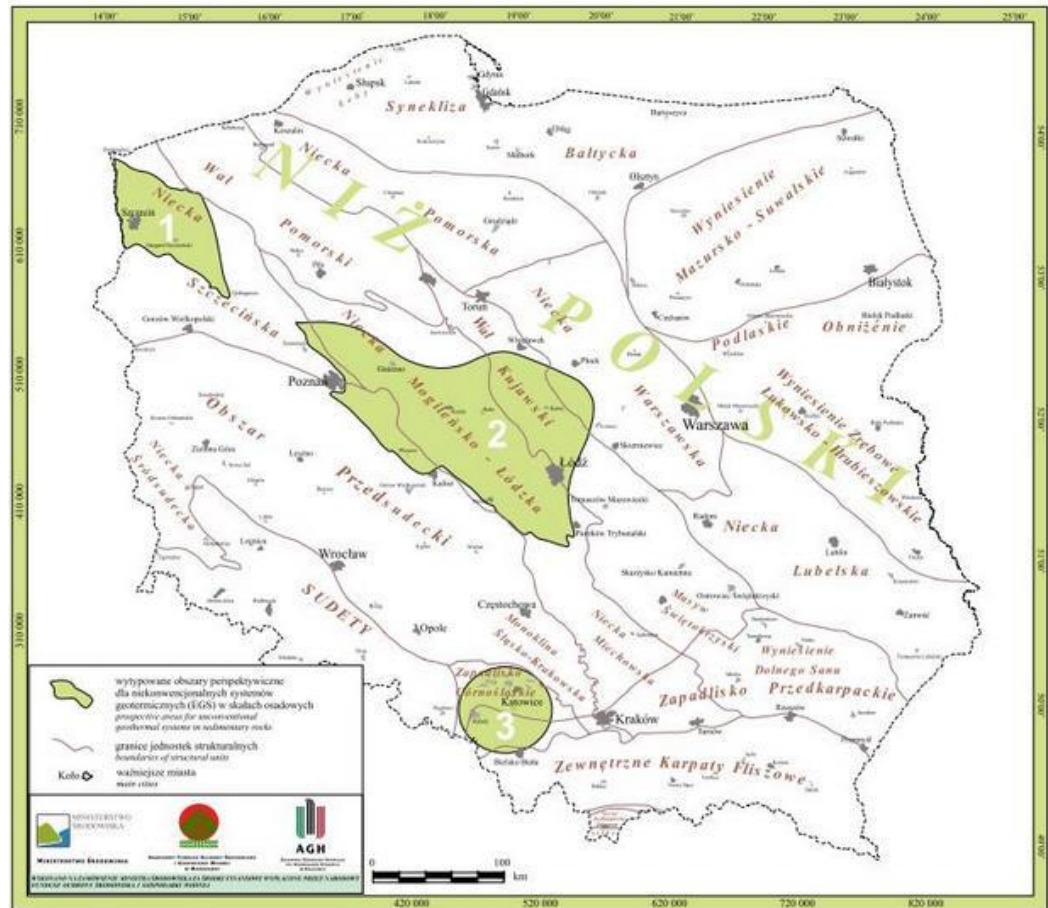
Geoenergetyka

Źródła energii geotermalnej; c.d.

Technologia HDR w Polsce

Obecnie badane są możliwości wykorzystania tej technologii w kraju.

Rys. Obszary perspektywiczne ze względu na występowanie struktur HDR, charakteryzującymi się warunkami możliwymi do wykorzystania dla celów energetycznych



Parametry wód geotermalnych

Parametry charakterystyczne źródła geotermalnego:

- temperatura wody
- ilość rozpuszczalnych soli
- zawartość rozpuszczonych gazów
- ciśnienie na dnie studni geotermalnej

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne

Energia geotermalna jest wielkością stałą w czasie, przez dziesiątki lat.

Jest to jedyne źródło OZE, które cechuje stałość pozyskiwanej energii w czasie.

W Polsce temperatury wód geotermalnych sięgają do 80-90°C, w pewnych lokalizacjach mogą przekraczać nawet 100°C.

Prof. dr hab. inż. Jacek Zimny z AGH Kraków twierdzi, że:

Koszt budowy elektrociepłowni geotermalnej jest 5-cio krotnie niższy od elektrowni atomowej o tej samej mocy.

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Elektrownie geotermalne mogą pracować jako: **jedno-** lub **dwuczynnikowe** (binarne).

Elektrownie jednoczynnikowe

Wykorzystują źródła geotermalne wysokotemperaturowe (powyżej 150°C) – pracują podobnie do klasycznych elektrowni parowych, pozyskując parę wodną (para przegrzana), na dwa sposoby:

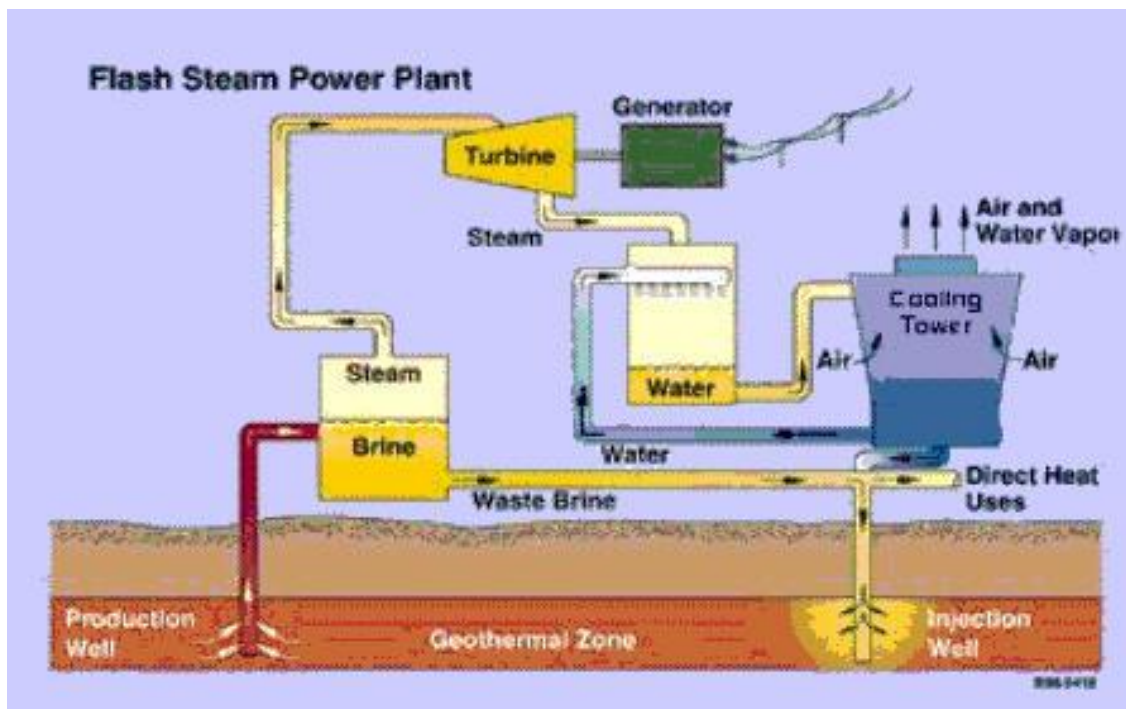
- para wodna, uzyskana przy rozprężaniu wody geotermalnej o wysokiej temperaturze i ciśnieniu
- para uzyskana z separacji fazy parowej z przepływu dwufazowego (ciecz-para) na powierzchni eksploatowanej studni geotermalnej – oddzielenie pary od wody geotermalnej (separator)

Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.

Elektrownie geotermalne mogą pracować jako: **jedno-** lub **dwuczynnikowe** (binarne); c.d.

Elektrownie jednoczynnikowe, c.d.



Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.

Elektrownie geotermalne mogą pracować jako: **jedno-** lub **dwuczynnikowe** (binarne); c.d.

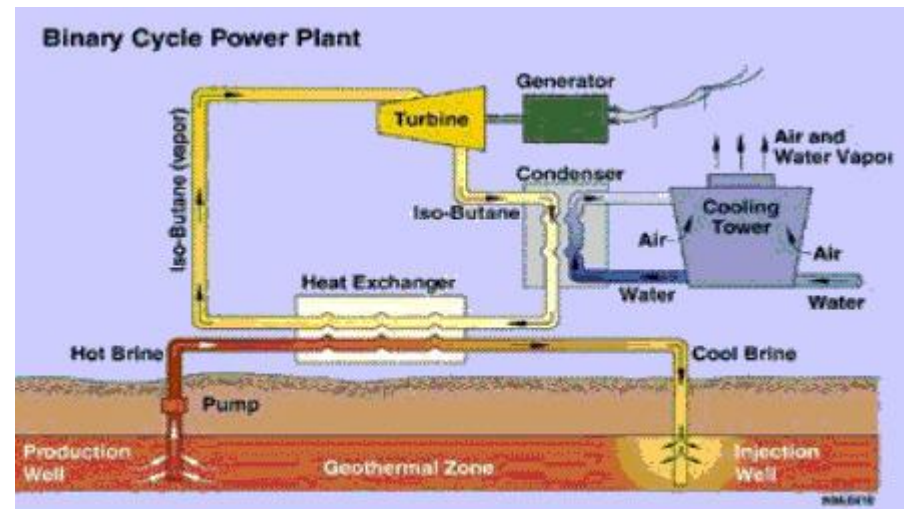
Elektrownie dwuczynnikowe (binarne)

Dla niższych temperatur, rzędu 80-150°C, pracują jako elektrownie binarne (**ORC**) – wyposażone w dodatkowy obieg specjalnego czynnika roboczego.

Elektrownie geotermalne ORC

(Organic Rankine Cycle)

Wykorzystują w cyklu pracy nie klasyczny układ wodno-parowy, a inne nośniki energii, np. izobutan, amoniak. Moc elektryczna: **do 10.000 MWe i większe.**



Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Elektrownie geotermalne mogą pracować jako: **jedno-** lub **dwuczynnikowe** (binarne); **c.d.**

Elektrownie dwuczynnikowe (binarne), c.d.

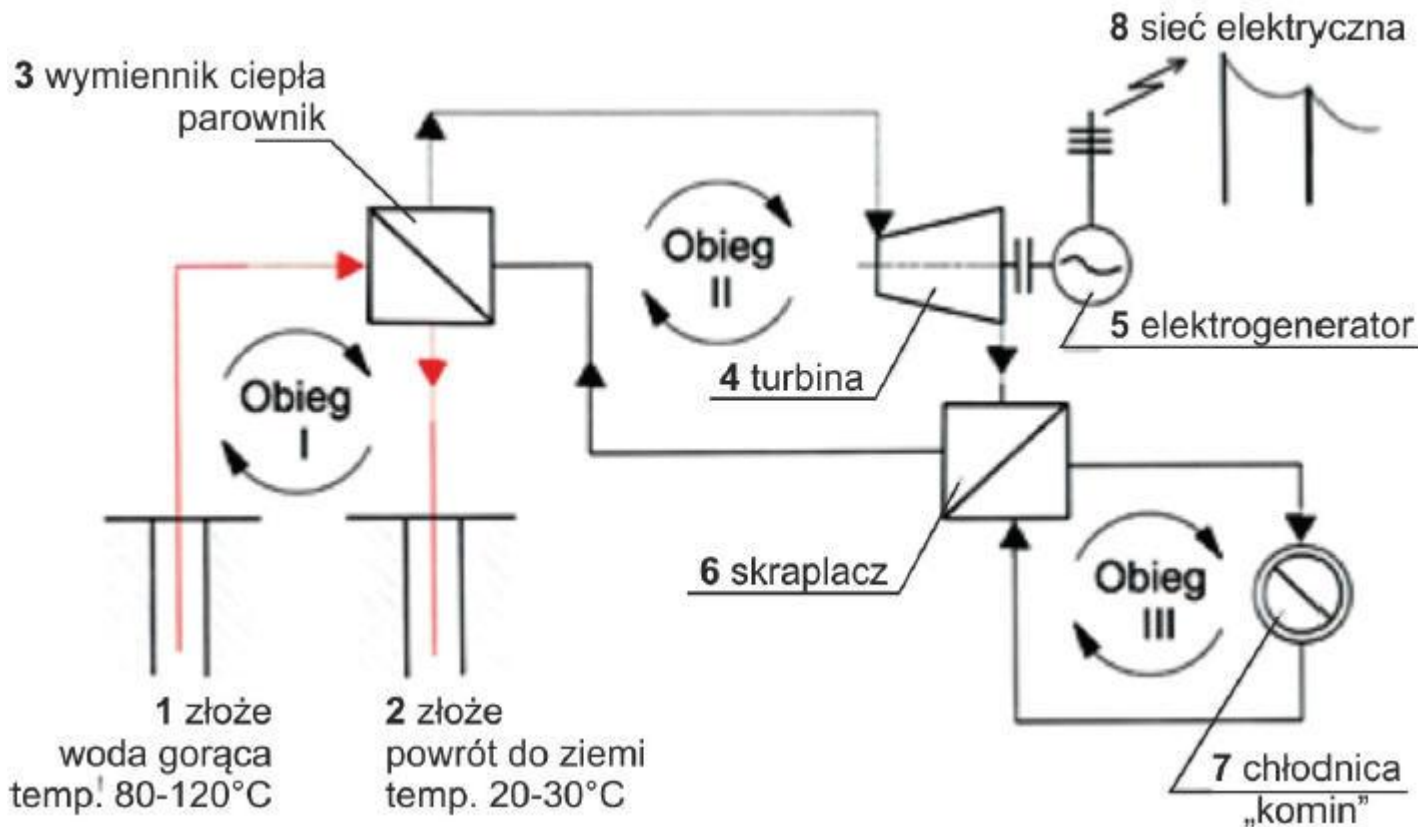
Systemy ORC znajdują zastosowanie przy zagospodarowaniu źródeł ciepła o relatywnie niskich temperaturach np.: gorąca woda, para wodna, spaliny z kotłów, spaliny z pieców, spaliny z silników.

Technologia ORC upowszechniła się głównie w obiektach typu:

- elektrownie i elektrociepłownie geotermalne
- elektrownie na biomasę
- elektrownie bazujące na silnikach
- huty, odlewnie i inne obiekty przemysłowe

Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.



Rys. Schemat elektrowni geotermalnej ORC:

I – obieg geotermalny; II – obieg termodynamiczny, z niskowrzącym nośnikiem energii (substancje stosowane powszechnie w chłodnictwie); III – obieg chłodniczy

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.

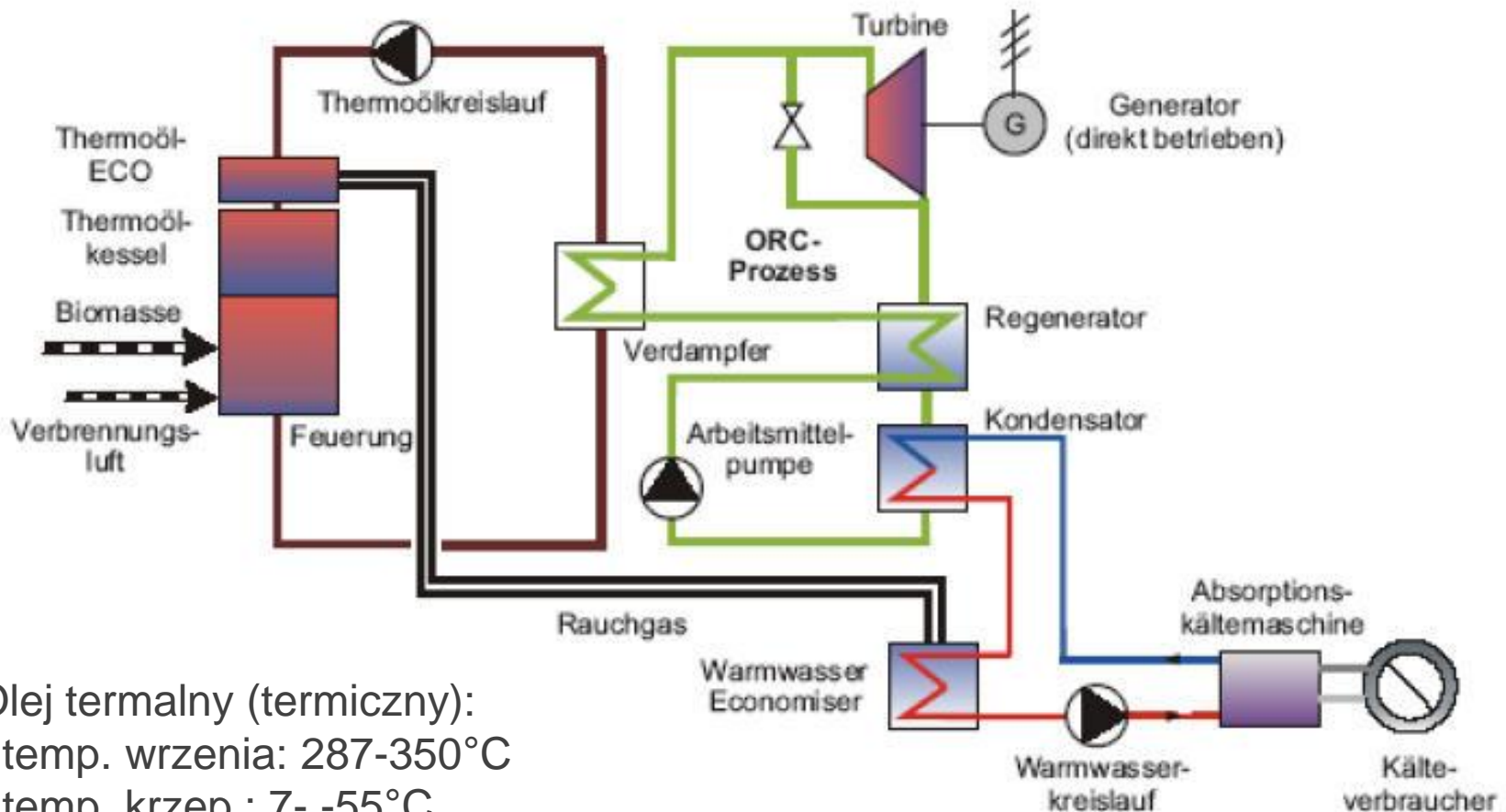
Przykład – Elektrownia Berlin, Salvador

- blok ORC o mocy 9,3 MWe (uruchomiony w 2007r.)
- źródło ciepła – woda geotermalna o temp. 180°C, przepływ 300 kg/s;
4 odwierty o głębokości od 2.000 do 2.500 m
- czynnik roboczy w układzie ORC: izopentan
- produkcja energii elektrycznej: ok. 70 GWh/rok



Geoenergetyka

„Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne”



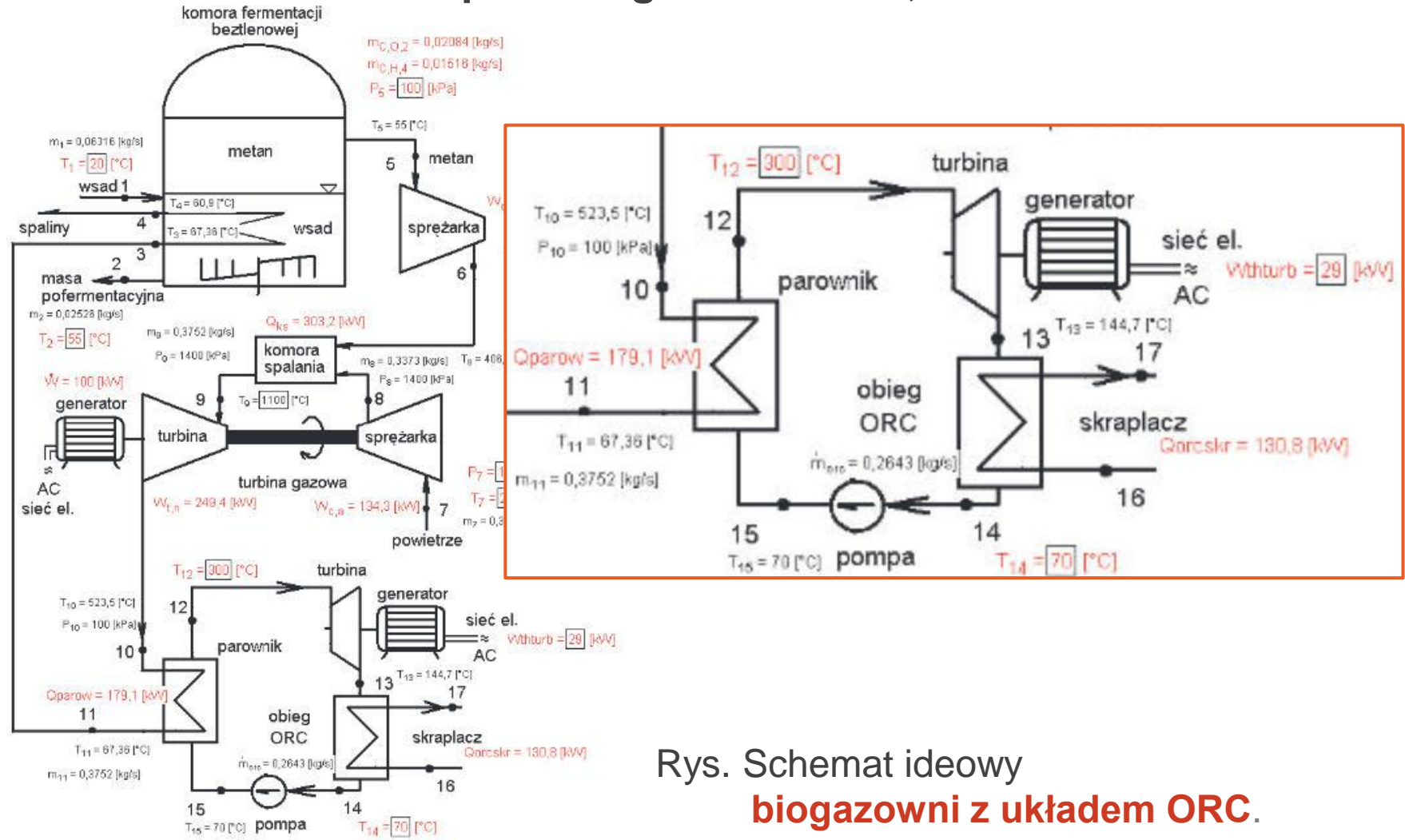
Olej termalny (termiczny):

- temp. wrzenia: 287-350°C
- temp. krzep.: 7- -55°C

Rys. Schemat ideowy **kotła na biomasę z układem ORC**.

Geoenergetyka

„Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne”; c.d.



Rys. Schemat ideowy biogazowni z układem ORC.

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej

Decydującą rolę w wykorzystaniu energii wód geotermalnych, odgrywa:

- temperatura
- mineralizacja
- wydajność cieplna – moc cieplna
- czas eksploatacji
- wydajność wody, która powinna wynosić między 100 – 300 m³/h
- zapotrzebowanie na ciepło przez odbiorców.

Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej; c.d.

Woda geotermalna wypływa z otworu wydobywczego: **samoczynnie** lub za pomocą **pompy głębinowej**.

Najbardziej efektywnym i najprostszym sposobem zagospodarowania wód geotermalnych jest ich zastosowanie do celów grzewczych w gospodarce komunalnej, w rolnictwie i procesach technologicznych.

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej; c.d.

Systemy pozyskania energii wód geotermalnych, ze względu na ich mineralizację, można podzielić na:

- **jednootworowe**
- **dwuotworowe**

Jednootworowe systemy eksploatacyjne – wody geotermalne zmineralizowane do ok. 1 g/l (woda pitna);
jeden otwór eksploatacyjny, z którego woda zasila wymienniki ciepła;
po oddaniu ciepła pompowana jest do zbiornika retencyjnego, w celu wykorzystania jej dla potrzeb socjalno-bytowych

Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; c.d.

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej; c.d.

Systemy pozyskania energii wód geotermalnych, ze względu na ich mineralizację, można podzielić na:; **c.d.**

Dwuotworowe – stosowane przy wodach wysoko zmineralizowanych; składają się z dwóch otworów:

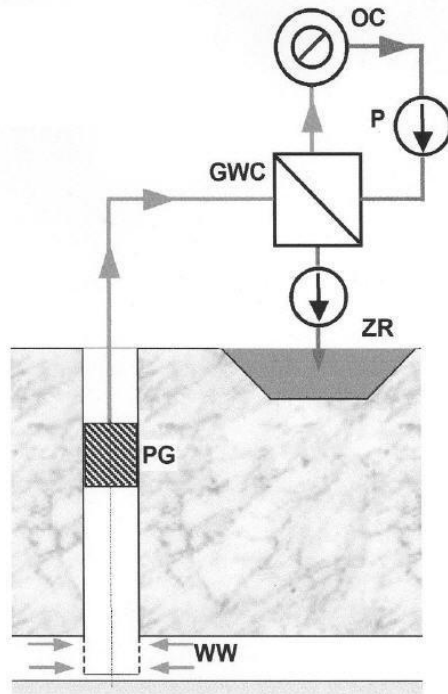
otwór wydobywczy, z którego pobierana jest woda ze złoża geotermalnego,

otwór chłonny (zatlaczający) – po obniżeniu temperatury w wymienniku ciepła woda wtłaczana jest ponownie do złoża (odległość między otworami, ok. 1.000 m).

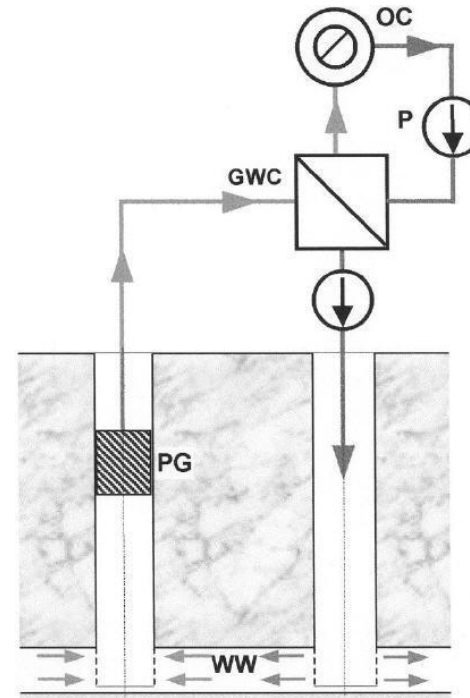
Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej; **c.d.**



Rys. System jednootworowy



Rys. System dwuotworowy

GWC – geotermalny wymiennik ciepła; PG – pompa głębinowa;
 WW – warstwa wodonośna; ZR – zbiornik retencyjny; OC – odbiornik ciepła

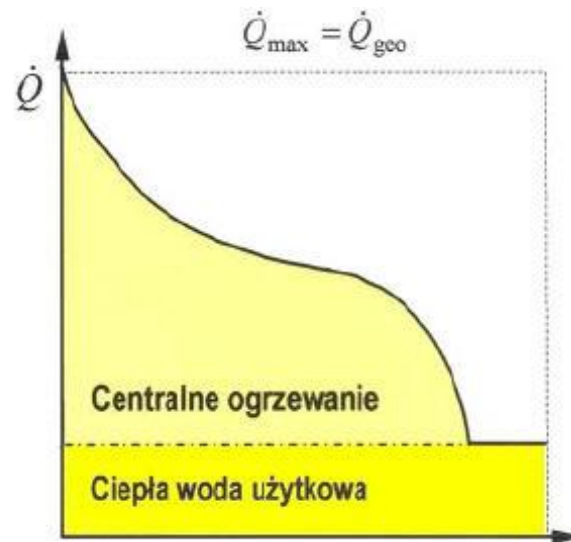
Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej; **c.d.**

Instalacje geotermalne mogą pracować w trzech układach:

- **monowalentnym** – całe zapotrzebowanie na ciepło pokrywa instalacja geotermalna



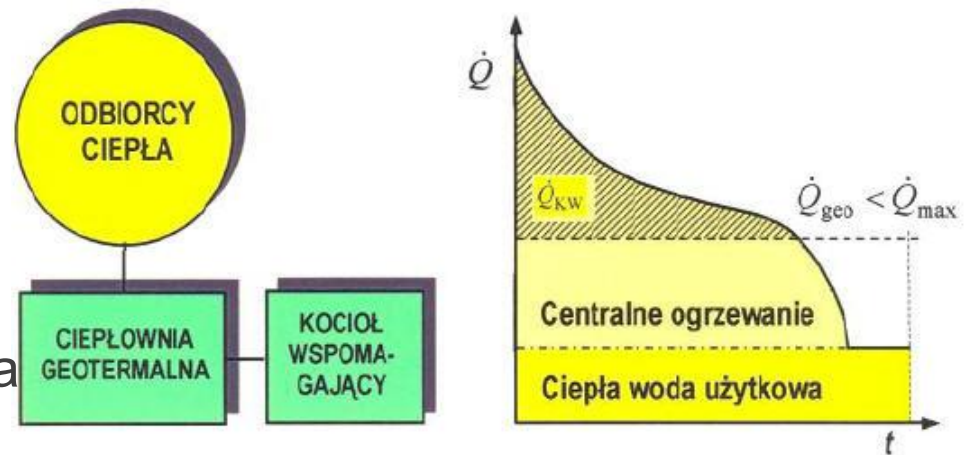
Geoenergetyka

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Sposoby wykorzystania energii geotermalnej; **c.d.**

Instalacje geotermalne mogą pracować w trzech układach: **c.d.**

- **biwalentnym** – w okresie szczytowego zapotrzebowania na ciepło źródło geotermalne wspomagane jest kotłami konwencjonalnymi, które uzupełniają brakującą ilość ciepła



- **kombinowanym** – część zapotrzebowania odbiorców na ciepło niskotemperaturowe pokrywa instalacja geotermalna, a zapotrzebowanie na ciepło wysokotemperaturowe pokrywa kotłownia konwencjonalna

Ciepłownie w Polsce

Elektrownie i elektrociepłownie geotermalne; **c.d.**

Przykłady :

Parametr charakteryzujący		Banska - B-Dunajec	Pyrzyce	Mszczonów	Uniejów	Banska N. - B-Dunajec	Słomniki k. Krakowa
Rok uruchomienia	-	1994	1996	1999	2001	2001	2002
Temperatura wody w złożu	C	86	61	40	67-70	76-80	17
Głębokość złoża	m	2000-3000	1500-1650	1600-1700	~2000	2500	300
Mineralizacja	g/l	3,0	120	0,5	6,8-8,8	3,0	-
Wydatek	m ³ /h	120	2x170	60	68	550	260
Całkowita moc cieplna	MW _t	9	50	12	4,6	125	3,5

Ciepłownie w Polsce

Przykłady, c.d.

Pierwszy zakład geotermalny w Polsce

Geotermia Podhalańska: www.geotermia.pl

- pierwsza instalacja doświadczalna 9 MW
- otwory wydobywcze i chłonne
- ciepło dostarczane do Zakopanego i okolicznych wsi
- system geotermalny współpracuje z kotłownią obciążenia szczytowego

Parametr charakteryzujący		Banska - B-Dunajec	Banska N. - B-Dunajec
Rok uruchomienia	-	1994	2001
Temperatura wody w złożu	C	86	76-80
Głębokość złoża	m	2000-3000	2500
Mineralizacja	g/l	3,0	3,0
Wydatek	m ³ /h	120	550
Całkowita moc cieplna	MW _t	9	125

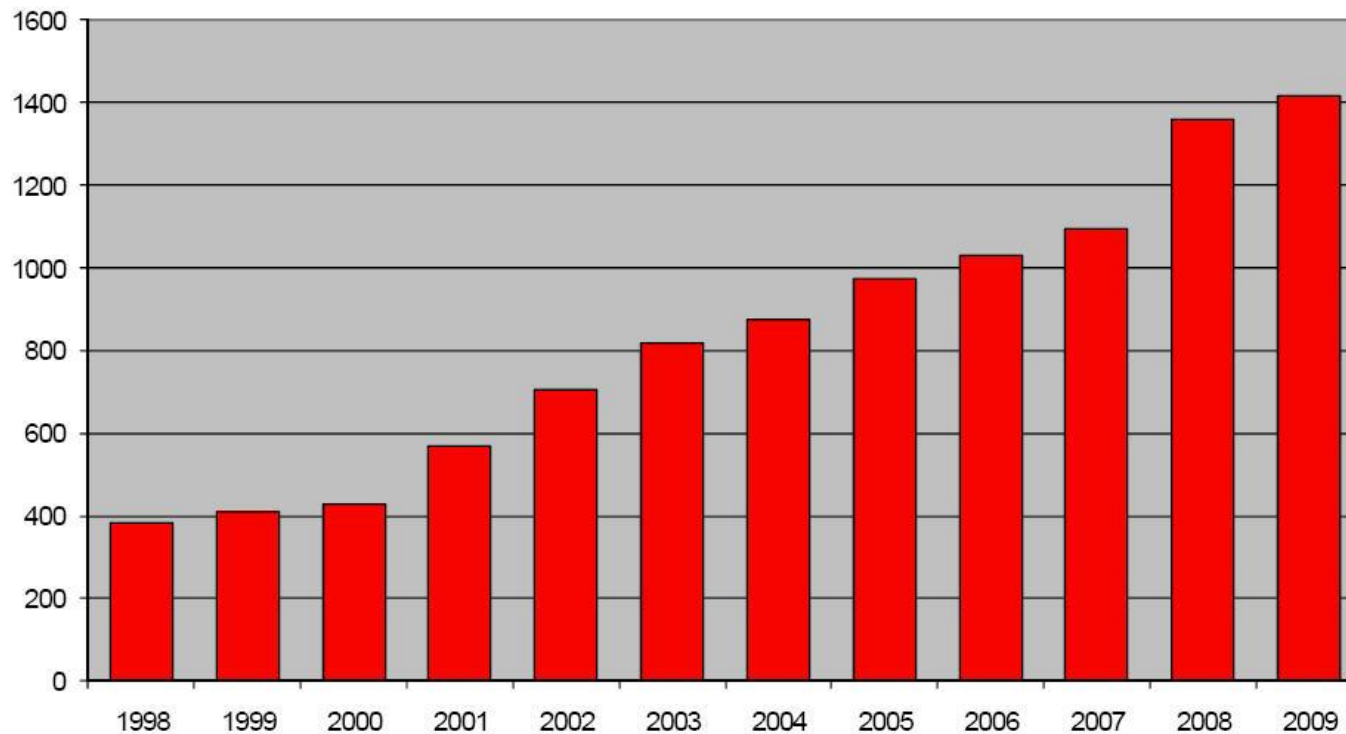


Ciepłownie w Polsce

Przykłady, c.d.

Pierwszy zakład geotermalny w Polsce; c.d.

Ilość odbiorców ciepła w latach 1998-2009:

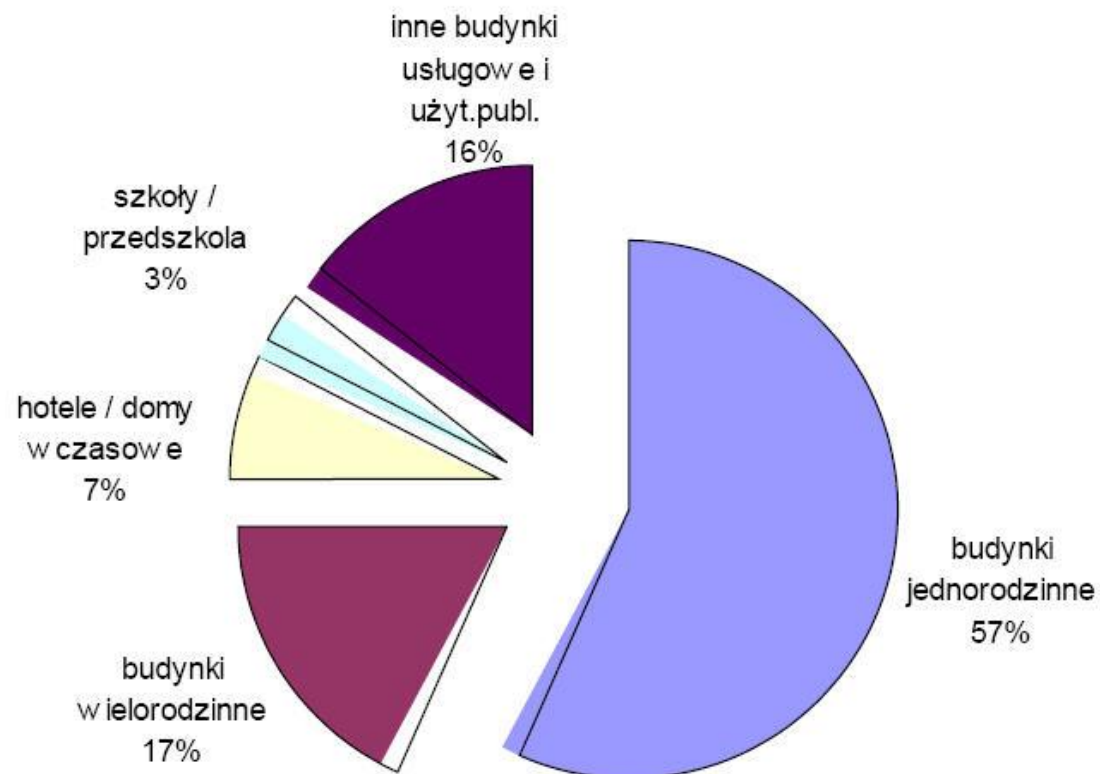


Ciepłownie w Polsce

Przykłady, c.d.

Pierwszy zakład geotermalny w Polsce; c.d.

Rozkład odbiorców ciepła:

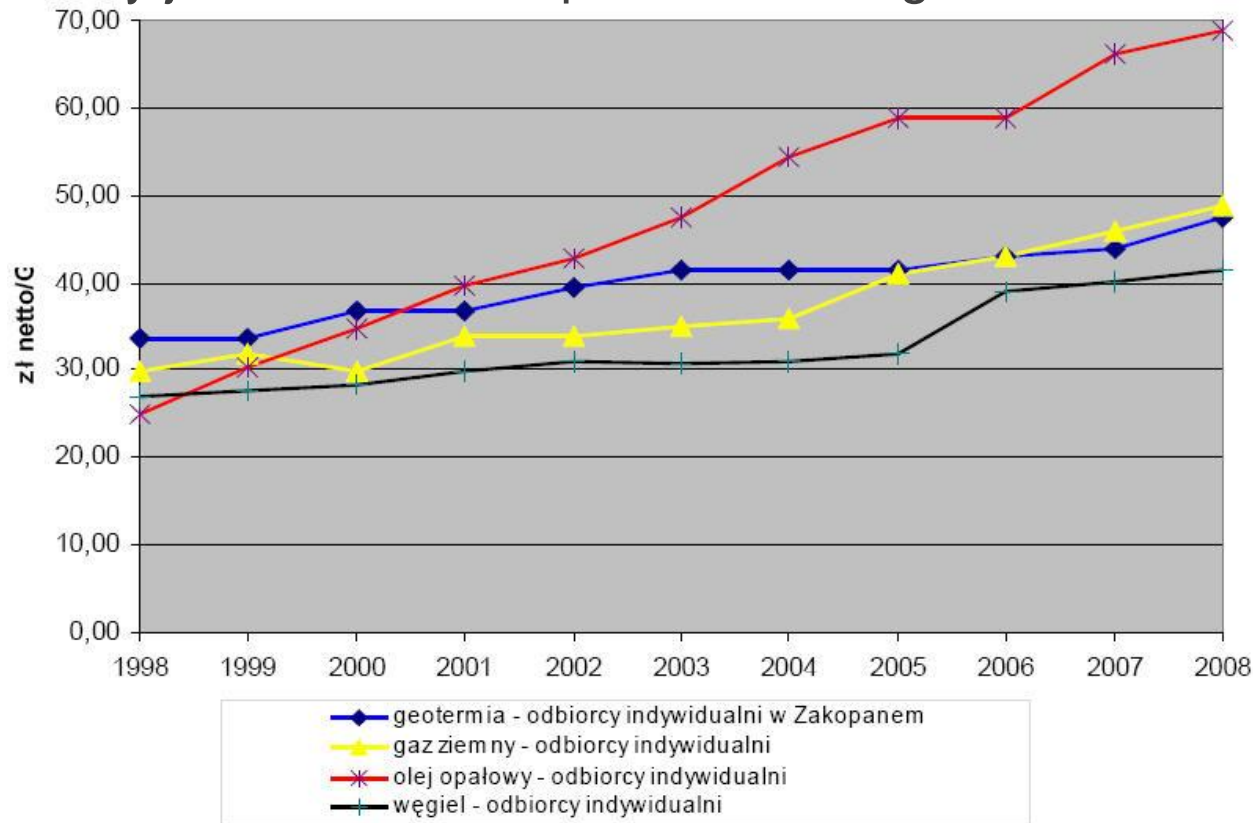


Ciepłownie w Polsce

Przykłady, c.d.

Pierwszy zakład geotermalny w Polsce; c.d.

Domy jednorodzinne – por. kosztów ogrzewania w latach 1998-2008:



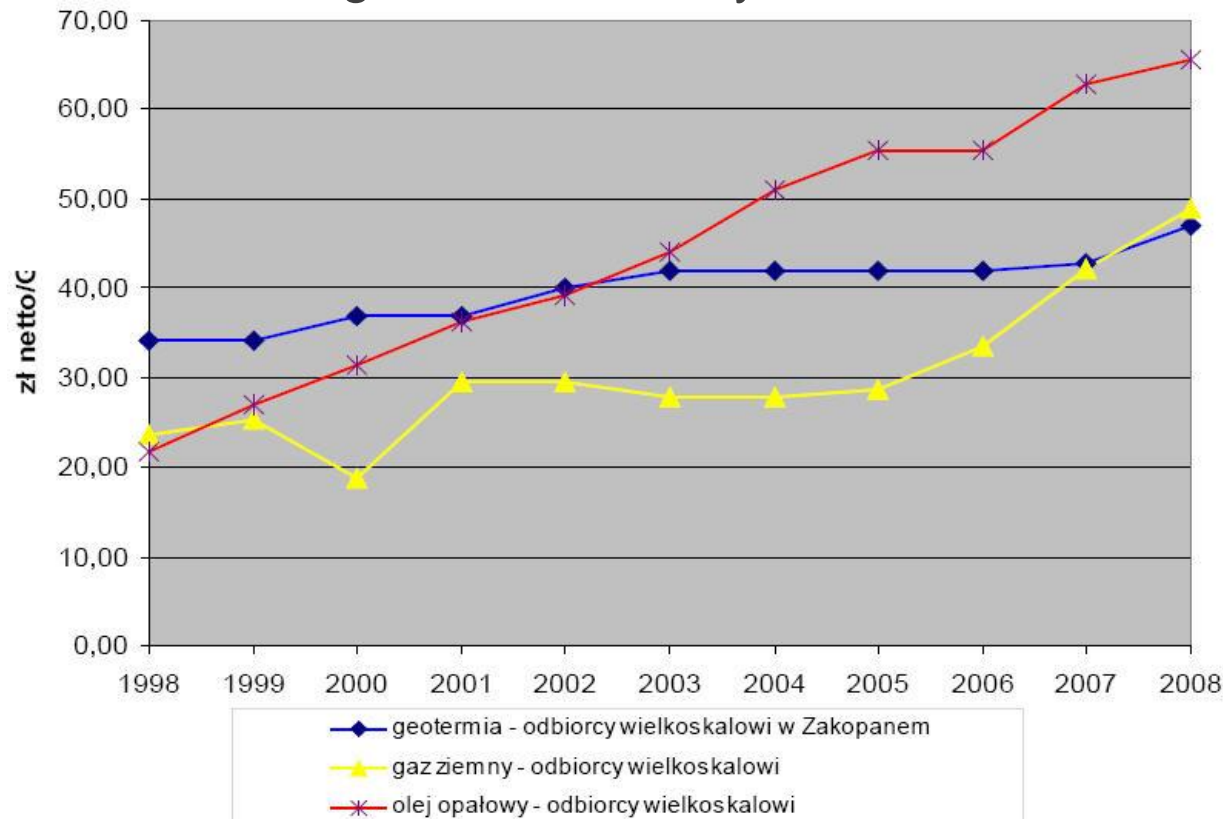
zł netto/GJ
1 GJ = 277,8 kWh

Ciepłownie w Polsce

Przykłady, c.d.

Pierwszy zakład geotermalny w Polsce; c.d.

Por. kosztów ogrzewania – budynki wielkoskalowe:



Przykłady, c.d.

Zakład Geotermalny w Mszczonowie

- wykorzystuje wody geotermalne, pobierane pompą głębinową, do celów grzewczych i pitnych (nie ma otworu chłonnego)
- ok. 6.000 mieszkańców
- ciepło uzyskiwane jest z wód geotermalnych, absorpcyjnych pomp ciepła i kotłów gazowych
- roczna produkcja ciepła ok. 100.000 GJ

Parametr charakteryzujący		Mszczonów
Rok uruchomienia	-	1999
Temperatura wody w złożu	°C	40
Głębokość złoża	m	1600-1700
Mineralizacja	g/l	0,5
Wydatek	m ³ /h	60
Całkowita moc cieplna	MW _t	12

Ciepłownie w Polsce

Przykłady, c.d.

Ciepłownia w Pyrzycach (w pobliżu Szczecina)

- Ciepłownia Geotermalno-Gzowa zbudowana przez Geotermię Pyrzycką sp. z o.o.
- zaopatruje w ciepło do c.o. i c.w.u. 16.000 mieszkańców
- moc cieplna zakładu: 50 MW, z czego 13 MW pochodzi z wód geotermalnych (26%)
- kotły gazowe: 36 MW, absorpcyjne pompy ciepła: 16 MW
- wody geotermalne o wysokiej mineralizacji: 2 otwory wydobywcze i 2 chłonne
- pompy głębinowe, umieszczone w każdym otw. wydobywczym, umieszcz. na głęb. ok. 160 m
- układ równoległy – kolejność załączania źródeł ciepła: geotermia, pompy ciepła, kotły gazowe

Parametr charakteryzujący		Pyrzyce
Rok uruchomienia	-	1996
Temperatura wody w złożu	C	61
Głębokość złoża	m	1500-1650
Mineralizacja	g/l	120
Wydatek	m ³ /h	2x170
Całkowita moc cieplna	MW _t	50

Przykłady, c.d.

Słomniki k/Krakowa

- woda geotermalna stanowi dolne źródło ciepła dla pomp ciepła o mocy 320 kW, schłodzona i uzdatniona wykorzystywana jest jako woda pitna
- kotłownia wyposażona w trzy kotły wodne niskotemperaturowe
- kotłownia pracuje w systemie biwalentnym-alternatywnym – pompy ciepła pracują do temperatury zewnętrznej 0°C; przy niższych temperaturach pompy są wyłączane, a obciążenie całkowite przejmują kotły gazowe
- dzięki energii geotermalnej zmniejszono zużycie gazu o ok. 50%.

Parametr charakteryzujący		Słomniki k. Krakowa
Rok uruchomienia	-	2002
Temperatura wody w złożu	°C	17
Głębokość złoża	m	300
Mineralizacja	g/l	-
Wydatek	m ³ /h	260
Całkowita moc cieplna	MW _t	3,5

Ciepłownie w Polsce

Zalety:

- ekologiczny charakter
- pokłady energii geotermalnej **są zasobami lokalnymi**, tak więc mogą być pozyskiwane w pobliżu miejsca użytkowania
- elektrownie geotermalne w odróżnieniu od zapór wodnych czy „wiatraków” **nie wywierają niekorzystnego wpływu na krajobraz**
- **zasoby energii geotermalnej**, w przeciwieństwie do energii wiatru czy energii Słońca, **są dostępne zawsze, niezależnie od warunków pogodowych**
- instalacje oparte o wykorzystanie energii geotermalnej odznaczają się stosunkowo **niskimi kosztami eksploatacyjnymi**

Ciepłownie w Polsce

Wady:

- **mała dostępność:** dogodne do jej wykorzystania warunki występują tylko w niewielu miejscach,
- efektem ubocznym korzystania z energii geotermalnej jest niebezpieczeństwo **zanieczyszczenia** atmosfery, a także wód powierzchniowych i głębinowych przez szkodliwe gazy i minerały
- choć energia geotermalna jest szeroko rozpowszechniona, nie wszędzie, gdzie występuje można ją łatwo pozyskiwać
- pozyskiwanie energii geotermalnej wymaga poniesienia dużych nakładów inwestycyjnych na budowę instalacji
- istnieje ryzyko przemieszczenia się złóż geotermalnych, które na całe dziesięciolecia mogą „uciec” z miejsca eksploatacji

Polecam

Film: Charakterystyka ekologicznych źródeł ciepła - geotermia.
GLOBenergia

Link do filmu: <https://youtu.be/PIQ4Zc8TSc4>



Polecam

Film: Prezentacja multimedialna o Energii Geotermalnej

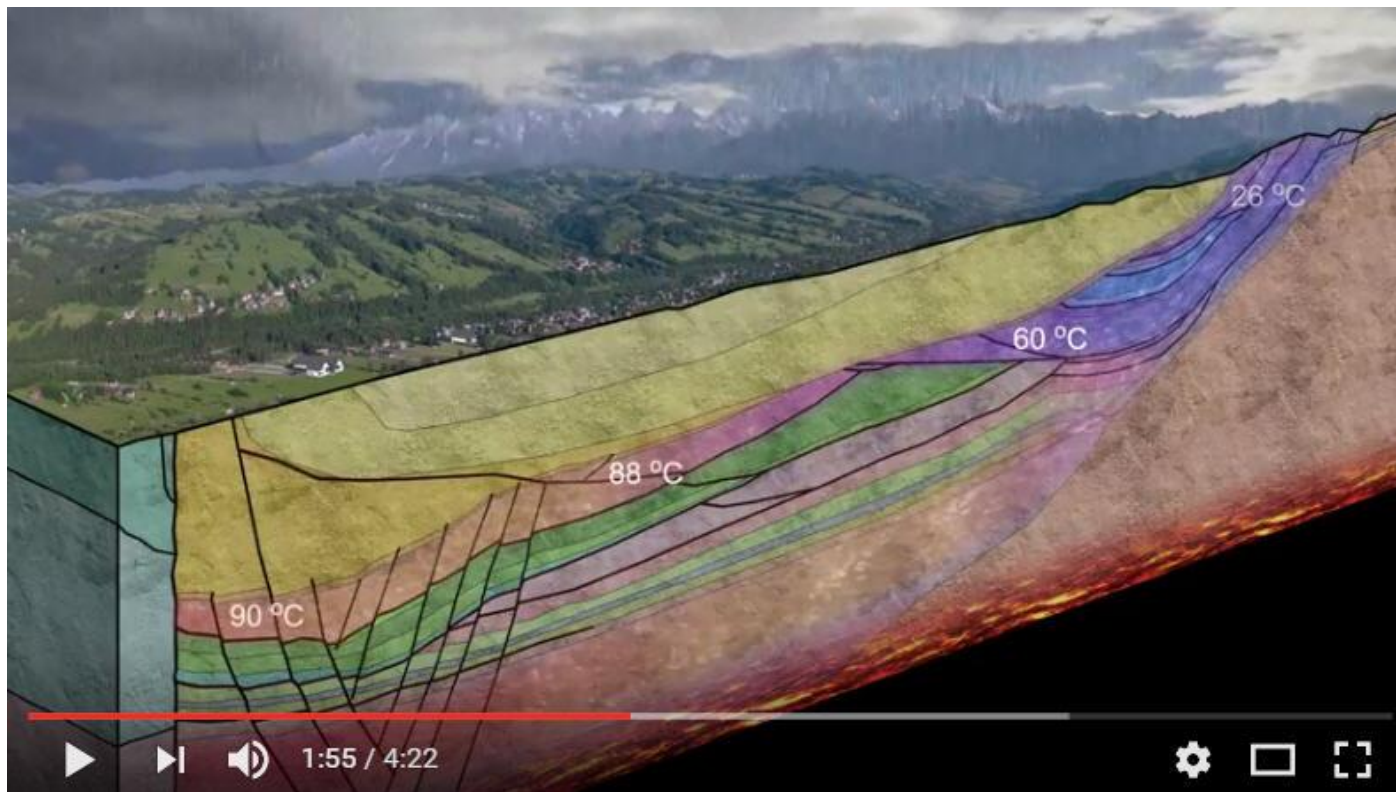
Link do filmu: https://youtu.be/v_HE8zYS-Yc



Polecam

Film: Geotermia Podhalańska

Link do filmu: <https://youtu.be/xCrXiWN8NEY>



Polecam

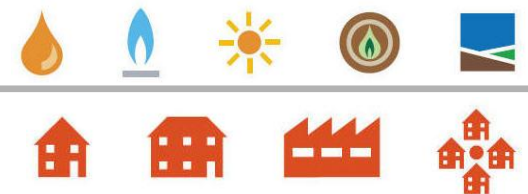
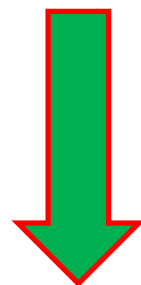
Film: Geotermia Podhalańska

Link do filmu: <https://youtu.be/MsQPDSH7t3c>



Systemy energetyki odnawialnej

Energetyka geotermalna



Jack Ma, chiński biznesmen i filantrop, powiedział:

Biednych ludzi najtrudniej zadowolić.



Dajcie im coś za darmo, to stwierdzą, że to podpucha.

Powiedzcie im, że tylko drobna inwestycja, powiedzą, że wiele na tym nie zarobią.

Powiedzcie im, żeby zainwestowali, odpowiedzą, że nie mają pieniędzy.

Powiedzcie im, żeby spróbowali czegoś nowego, powiedzą, że brak im doświadczenia.

Powiedzcie im, że to tradycyjny biznes, odpowiedzą, że to zbyt trudne.

Powiedzcie im, że to nowy model biznesowy, a oni odpowiedzą, że piramida.

Powiedzcie im, żeby otworzyli nowy biznes, powiedzą, że nie ma dowodów, że nowy biznes się uda.

Oni wszyscy mają coś wspólnego...

Oni wszyscy mają coś wspólnego... c.d.

*lubią szukać odpowiedzi w Google, słuchać się przyjaciół, tak samo sfrustrowanych jak oni;
więcej rozmyślają niż profesor na uniwersytecie, a robią mniej niż ślepiec.
Zapytajcie ich, co potrafią ? Nie odpowiedzą wam.*

Mój wniosek jest taki – żeby wasze serce biło szybciej, dlaczego po prostu szybciej nie działacie ? Zamiast spędzać czas na rozmyślaniach, dlaczego by nie robić tego, o czym myślicie ?

*Biednym ludziom się nie szczęści z powodu jednej wspólnej cechy:
CAŁE ICH ŻYCIE UPŁYWA NA OCZEKIWANIU.*

To, kim jesteście zależy od was !
